

3. Гусева Е.Н. Методика преподавания дисциплины «Имитационное моделирование» у бакалавров прикладной информатики // Электротехнические системы и комплексы. 2015. № 1. С. 48–51.

4. Гусева Е.Н. Моделирование макроэкономических процессов: учеб. пособ.: [электронный ресурс] / Е. Н. Гусева. – М.: Флинта, 2014. – 214 с. – Режим доступа: <http://www.ozon.ru/context/detail/id/28975354/>

5. Гусева Е.Н. Математические основы информатики / Е.Н. Гусева, И.И. Боброва, И.Ю. Ефимова, И.Н. Мовчан, С.А. Повитухин, Л.А. Савельева. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. – 234 с.

УДК 004.896

**А. М. Джамбеков**

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»,  
г. Астрахань, Россия

## **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ ТИПА «ПРОЦЕСС» В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

### **Аннотация**

*Проанализированы достоинства системного анализа при анализе и управлении технологическими установками. Сформулирована задача управления системами типа «процесс» в условиях неопределенности. Выделены задачи, возникающие при управлении системами типа «процесс»: минимизация затрат при управлении системой и максимизация качества продукции. Выбраны соответствующие критерии управления системами типа «процесс»: затраты и качество продукции. Определена необходимость учета производственно-технологических ситуаций, возникающих в системах типа «процесс»: неполадки, отказы, аварийные ситуации и пр. Описана задача управления системами типа «процесс» на основе подхода, обеспечивающего компромиссное решение между повышением качества продукции и снижением затрат. Для включения производственно-технологических ситуаций в модель управления системы типа «процесс» предложено использование нечеткой ситуационной сети. Выполнена математическая постановка задачи управления системами типа «процесс».*

*Ключевые слова:* система типа «процесс», технологическая установка, производственно-технологические системы, нечеткая ситуационная сеть, комплексный критерий эффективности.

### **Abstract**

*We analyzed the system analysis dignity in the analysis and management of technological installations. It formulated the task of managing systems such as "process" in the face of uncertainty. Allocated tasks involved in the management of systems such as "process": to minimize the costs for operating the system and maximize product quality. Select the appropriate systems management criteria such as "process": costs and product quality. The necessity of taking into account production and technological situations in the type of "process" system: problems, failures, accidents, etc. describe the task management systems such as "process" based approach that provides a compromise between increasing product quality and reducing costs. To enable the production and technological situations in systems management model of the "process" has been proposed to use fuzzy situational network. A mathematical formulation of control problems for systems such as "process".*

*Keywords:* the system of the "process", process plant, production and processing systems, fuzzy situational network integrated efficiency criterion.

Одним из путей повышения качества продукции технологических установок является модернизация систем управления технологическими процессами. Модели управления процессами, получаемые на основе методов классической теории управления, не предназначены для учета экспертной информации и различных возмущающих воздействий. Большое пространство в данном направлении получили методы теории систем и системный анализ, что подтверждают результаты работ [0, 2]. В данных работах выполнено математическое моделирование технологических установок с использованием системного подхода. При этом установка рассматривается как сложная техническая система. В [0] предложено проведение анализа каждого процесса, происходящего в рассматриваемой системе, с последующим синтезом в единую математическую модель системы. Достоинством работы [2] является отказ от традиционного разделения параметров системы на группы входных, выходных и прочих параметров. За счет этого упрощается процедура моделирования технологических установок и возможен учет ряда возмущений. Тем не менее общим недостатком этих и других работ в рассматриваемой проблемной области является отсутствие подхода к управлению установками с возможностью снижения затрат и улучшению качества продукции при различных возмущающих воздействиях. В настоящей работе технологические установки рассматриваются как системы типа «процесс». Отличием таких систем от сложной технической системы является рассмотрение «неделимых» объектов установки как элементов системы [3]. Система типа «процесс» как разновидность сложных систем обладает присущими таким системам свойствами [4]. При наличии данных свойств процедура моделирования систем затруднена по ряду причин: существование не формализуемых традиционными математическими методами описаний параметров, связей и свойств системы; влияние на систему неконтролируемых возмущений; существование не единственной математической модели системы; неопределенность и нечеткость целей, ограничений и т.д. [5].

При управлении системой типа «процесс» в условиях неопределенности необходимо решение следующих задач: 1) минимизация затрат при управлении системой; 2) максимизация качества продукции.

Основными критериями, характеризующими эффективность функционирования системы типа «процесс», являются затраты  $Z$  и качество продукции  $PR$ .

Выбор критерия  $Z$  обусловлен тем, что максимальный доход предприятия, эксплуатирующего систему, возможно получить лишь при минимальных затратах при управлении системой. С точки зрения конечных потребителей продукции в качестве критерия эффективности функционирования системы выступает критерий  $PR$ .

Необходимо учитывать возможность возникновения неполадок, отказов и предаварийных аварийных ситуаций в системе типа «процесс». [6]. Используя экспертную информацию или данные из технологического регламента можно получить набор таких производственно-технологических ситуаций (ПТС). Для каждой ПТС можно определить последовательность действий, позволяющих предотвратить возникновение данной ситуации.

Таким образом, возникает необходимость в совершенствовании системы управления системой типа «процесс» на основе подхода, обеспечивающего компромиссное решение между повышением качества продукции и снижением затрат путем принятия оперативных решений в случаях возникновения ПТС. Для включения ПТС в модель управления системы типа «процесс» предлагается использование нечеткой ситуационной сети [7].

Задача нечеткого ситуационного управления системой типа «процесс» представлена в виде:

$$\forall E_i, U : E_i \xrightarrow{MM, PTS, REC} E_i^*, \quad (1)$$

где  $E_i$  – текущий режим функционирования системы;  $E_i^*$  – требуемый режим функционирования системы;  $U$  – множество управляющих воздействий;  $MM$  – математическая модель системы;  $PTS$  – множество ПТС;  $REC$  – множество рекомендаций по устранению ПТС.

Таким образом, необходимо найти набор управляющих воздействий  $U$ , обеспечивающих переход системы типа «процесс» из режима  $E_i$  в режим  $E_i^*$ , используя математическую модель  $MM$ , данные множеств  $PTS$  и  $REC$ .

Для достижения поставленной цели требуется решение следующих задач:

1. провести анализ факторов, влияющих на экономическую эффективность функционирования системы типа «процесс» и качество выпускаемой продукции;
2. разработать комплексный критерий эффективности функционирования системы типа «процесс», обобщающий экономический критерий затрат при управлении системой, критерий качества продукции;
3. разработать методику нечеткого ситуационного управления системой типа «процесс», позволяющую формировать управляющие решения на основе идентификации ПТС;
4. разработать алгоритмическое обеспечение системы управления системой типа «процесс»;
5. провести исследование функционирования системы типа «процесс» при использовании разработанной системы управления.

#### **Список использованных источников**

1. Артиков А. К вопросу развития системного анализа на примере технологических объектов. – Режим доступа: <http://www.victor-safronov.ru/systems-analysis/papers/to-question-of-systems-analysis-development.html>.
2. Макшанов А.В., Мусаев А.А. Подход к построению математических моделей технологических установок // Труды СПИИРАН. 2005. Т. 2. № 2. С. 453–461.
3. Ершов А.А. Модель и методы интеллектуализации разработки АСУ для сложных производственно-технических систем: дис. ... канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2013.
4. Прикладной системный анализ / под ред. Тарасенко Ф.П. – М.: КНОРУС, 2010. – 224 с.
5. Shcherbatov I.A. Classification of pure formalized complex multicomponent technical systems under conditions of uncertainty // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. - 2012. - № 2. - С. 9-12.
6. Жедунов Р.Р. Идентификация предаварийных ситуаций на промышленных объектах управления (на примере процесса каталитического риформинга): дис. ... канд. техн. наук. – Астрахань, 2008.
7. Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 272 с.

УДК 681.51.013

**Т. А. Емельянова, В. И. Гончаров**

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, Россия

### **СИНТЕЗ МНОГОКОНТУРНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ**

#### **Аннотация**

*В статье рассмотрена задача синтеза многоконтурных систем автоматического управления (САУ) на основе формирования и решения общего уравнения синтеза. Выделена главная особенность и препятствие в решении задачи – ее некорректность. Получены положительные результаты привлечения регуляризации Тихонова при синтезе систем этого класса.*

*Ключевые слова: Многоконтурная система управления, регулятор, вещественный интерполяционный метод, регуляризация Тихонова.*